

## NOTAT

|               |   |                 |                     |
|---------------|---|-----------------|---------------------|
| OPPDRAG       | <b>Nytt Vestre Viken Sykehus</b>          | DOKUMENTKODE    | 126870-RIEn-NOT-008 |
| EMNE          | Energiytelse ved avsluttet skisseprosjekt | TILGJENGELIGHET | Åpen                |
| OPPDRAGSGIVER | <b>Vestre Viken HF</b>                    | OPPDRAGSLEDER   | Lars Pettersvold    |
| KONTAKTPERSON |   | SAKSBEH         | Arnkell Petersen    |
| KOPI          |   | ANSVARLIG ENHET | Cura                |

## SAMMENDRAG

Dette notatet inneholder en analyse av energiytelsen til NNVS opp mot passivhuskriteriene i NS 3701 ved avsluttet skisseprosjekt. Notatet tar utgangspunkt i energiberegningen beskrevet i notat 126870-RIEn-NOT-001 "Tidligfaseanalyse energi". Oppdateringen inneholder arealer og volum iht. fryseunderlag og områder for sengebygg og psykiatri.

### 1 Innledning

Dette notatet inneholder en analyse av energiytelsen til NNVS opp mot passivhuskriteriene i NS 3701 ved avsluttet skisseprosjekt. Analysen er basert på beregningsmodellen beskrevet i notat 126870-RIEn-NOT-001 "Tidligfaseanalyse energi", hvor underlaget er oppdatert iht. fryseunderlag og inneholder i tillegg områder for sengebygg og psykiatri. Underlaget for notatet er IFC modellen som foreligger på dette stadiet i prosjektet.

Materialverdier, glassandel, installasjoner osv. er ikke fastlagt på nåværende tidspunkt. Sannsynlige verdier er derfor forutsatt, slik at beregningen kan gjennomføres. Forutsatte verdier fremgår av notatet. Notatets resultater må derfor ses i lys av underlaget og danner utgangspunkt for det videre forløp.

Energiberegningen tar utgangspunkt i et representativt utsnitt av NNVS. Energibruken som fremstilles i notatet er arealvektet og anses derfor som representative overslagsberegninger for hele NNVS. Detaljeringsgraden tilsier at de beregninger som fremsettes her gir en konservativ pekepinn på forventet nivå.

### 2 Passivhuskriterier iht. NS 3701

I NS3701 stilles det en rekke minstekrav til klimaskjerm og ventilasjonsparametre. Minstekravene er oppsummert i Tabell 2.1.

Lekkasjetallet skal måles og dokumenteres etter NS-EN 13829 og det skal i tillegg gjennomføres en termografering av bygget.

|      |           |             |               |                |             |
|------|-----------|-------------|---------------|----------------|-------------|
|      |           |             |               |                |             |
|      |           |             |               |                |             |
|      |           |             |               |                |             |
| 00   | 28/5-2015 |             | AJP           | IHB            | IHB         |
| REV. | DATO      | BESKRIVELSE | UTARBEIDET AV | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV |

|   | Minstekrav<br>(NS 3701) |
|---|-------------------------|
| Vindu/dør/glassfelter, U-verdi [W/m <sup>2</sup> K] | 0,8                     |
| Infiltrasjon ved 50 Pa [h <sup>-1</sup> ]           | 0,6                     |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]      | 0,03                    |
| Temperaturvirkningsgrad på gjenvinner [%]           | 70*                     |
| Spesifikk vifteeffekt [kW/(m <sup>3</sup> /s)]      | 1,5                     |

**Tabell 2.1 Kriterier for passivhus. \*Kravet til 80 % temperaturvirkningsgrad på gjenvinner kan reduseres til 70 % der varmegjenvinning medfører risiko for spredning av forurensning eller smitte.**

I tillegg til ovenstående minstekrav, er det i NS 3701 krav til varmetapstall for transmisjons- og infiltrasjonsvarmetap samt krav til nettoenergibehov både til varme og kjøling. Her skal nettoenergibehovet regnes etter lokalt klima. Kravene er for bygget gitt i Tabell 2.2.

|   | Krav til passivhus |
|---|--------------------|
| Varmetapstall [W/m <sup>2</sup> K]              | 0,4                |
| Netto oppvarmingsbehov [kWh/m <sup>2</sup> ]    | 20,0               |
| Netto kjølebehov [kWh/m <sup>2</sup> ]          | 19,4               |
| Energibehov til belysning [kWh/m <sup>2</sup> ] | 29,1               |

**Tabell 2.2 Kriterier for passivhus.**

Beregninger forutsetter behovsstyrt ventilasjon (VAV) og luftmengder bestemmes etter regler gitt i NS3701.

Det skal utføres LENI-beregninger etter NS-EN 15193 og all belysning skal i tillegg tilfredsstillende kvalitetskravene gitt i NS-EN 12464-1. Minst 60 % av installert effekt til belysning skal være underlagt styringssystemet. Det skal være minst én styringssone pr. 30 m<sup>2</sup> i større rom.

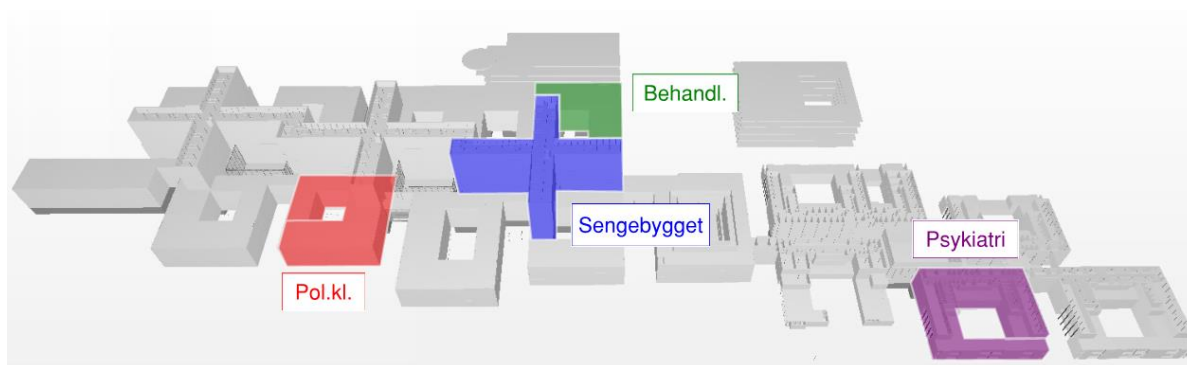
### 3 Inndata

Beregningsmodellen i denne analysen tar for seg et utsnitt av NVVS, hvor resultatene arealvektes, slik at beregningen blir representativ for hele bygget. Områdene som undersøkes er et utsnitt av Poliklinisk avdeling (pol.kl.), behandlingsbygget (behandl.), kjeller, sengebygget og psykiatri og inkluderer tilstøtende korridorer med glasstak, se Figur 3.1. Områdene er valgt grunnet solforhold og orientering samt ventilasjonssystem. Arealvekting av beregningsresultatene fremgår i Tabell 3.1.

De sentrale forutsetninger for de tekniske anleggene til kontorområder tilsvarer Psykiatri. Arealvekting av psykiatri utgjør derfor 30 %. Arealvekting for behandlingsbygget er 20 %. Dette er 5 %-poeng lavere enn angitt i siste energinotat 126870-RIEn-NOT-001 "Tidligfaseanalyse energi". Endringen skyldes oppdatert underlag iht. fryseunderlaget og mer presis oppdeling av gulvarealer.

|              | Pol.kl. | Behandl. | Sengebygg | Psykiatri | Kjeller |
|--------------|---------|----------|-----------|-----------|---------|
| Arealvekting | 15 %    | 20 %     | 20 %      | 30 %      | 15 %    |

**Tabell 3.1 Arealvekting av beregningsresultater**



Figur 3.1 Utvalgte områder som undersøkes i energiberegningen.

I analysen er det en del parametre som er usikre. De mest sentrale forutsetningene og forutsatte verdier er vist i Tabell 3.2. I vedlegg A er beregningsmetode beskrevet.

|   |          | Kommentar  |  |
|---|----------|--|--|
| Glassandel per fasadeareal [%]  | 40       | Åpningsprosent i fasaden er antatt lik på alle utvendige fasader. Vindusarealet må holdes opp mot dagslysforhold i bygget.   |  |
| Glassandel i tak for korridorer [%]   | 66       |  |  |
| U-verdi vegg [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,15     | Alle bygningsfysiske materialekvaliteter er forutsatte verdier. Nivået på verdiene er tilpasset passivhusnivå.   |  |
| U-verdi gulv [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,12     |  |  |
| U-verdi tak [W/m <sup>2</sup> K]  | 0,12     |  |  |
| U-verdi kjellervegg [W/m <sup>2</sup> K]  | 0,12     |  |  |
| U-verdi vindu/overlys [W/m <sup>2</sup> K]  | 0,6/1,3  |  |  |
| Infiltrasjonstall [h <sup>-1</sup> ]  | 0,4      |  |  |
| Normalisert kuldebro [W/m <sup>2</sup> K]   | 0,03     |  |  |
| g-verdi glass [-]   | 0,5      |  | Kvalitet på glass og solskjerming er valgt ut i fra forutsetning om ønsker om høy lystransmittans for optimalisert dagslysforhold samt effekt solskjerming for reduksjon av energibruk til kjøling. Det er ikke lagt inn solskjerming på overlys |
| Total g-verdi glass+solskjerming [-]  | 0,08     |  |  |
| Ventilasjonsmengde (VAV) sengebygg, psykiatri/polikl./behandl. [m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h] | 15/20/25 | Angitt luftmengde er maksimum luftmengde. Minimumsluftmengde angitt i NS 3701 er henholdsvis 9 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h og 3 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h i og utenfor driftstid, hvor driftstid er definert som 7:00-23:00. |  |
| Ventilasjonsmengde (CAV)  | 9        | For kjellerarealer. Min. luftmengde iht. NS 3701   |  |
| Temperaturvirkningsgrad behandl./resterende [%]   | 70/85    | Frostsikring er for polikl. satt til -10 °C, mens den for behandl. er satt til 0 °C, dette avhengig av gjenvinnertype.   |  |
| SFP [kW/sm <sup>3</sup> ]   | 1,5      | Årsgjennomsnittlig SFP.  |  |
| Varmelast fra belysning [W/m <sup>2</sup> ]   | 5,0      | Energibruk til belysning forutsettes å oppfylle passivhuskravene i NS 3701.  |  |

Tabell 3.2 Oppsummering av sentrale forutsetninger

NS 3701 setter store krav til netto energibehov til varme definert som ventilasjonsvarme og romoppvarming. Her blir spesielt ventilasjonsvarme en utfordring, da ventilasjonsanlegget for behandlingsbygget planlegges med batterivekslere grunnet fare for overføring av forurensninger. Batterivekslere har lavere temperaturvirkningsgrad enn roterende varmevekslere, og vil ha en særlig lavere årgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad grunnet økt behov for frostsikring. I beregningen er det forutsatt en temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinneren på 70 %. Dette nivået krever at batteriveksleren oppdimensjoneres, slik at virkningsgraden økes sammenlignet med vanlige batterivekslere.

Etter diskusjon med byggherre er det valgt å redusere U-verdi for vinduer fra 0,8 W/m<sup>2</sup> til 0,6 W/m<sup>2</sup>. Grunnet stor utvikling i bransjen og prosjektets forholdsvis lange tidshorizont vurderes dette å være realistisk.

## 4 Resultater sammenstilt med krav

### 4.1 Resultater opp mot passivhuskrav (NS 3701)

Tabell 4.1 viser resultater sammenstilt med minstekravene i NS 3701 for passivhusnivå.

Ved bruk av forutsatt inndata oppfylles minstekravene i NS 3701 til passivhus. Kravene til passivhus i NS 3701 er strenge og det er derfor viktig at alle parametrene følges opp i de etterfølgende faser.

|   | NVVS<br>(arealvektet) | Minstekrav<br>(NS 3701) |
|---|-----------------------|-------------------------|
| Vindu/dør/glassfelter, U-verdi [W/m <sup>2</sup> K] | 0,7                   | 0,8                     |
| Infiltrasjon ved 50 Pa [h <sup>-1</sup> ]           | 0,4                   | 0,6                     |
| Normalisert kuldebroverdi [W/m <sup>2</sup> K]      | 0,03                  | 0,03                    |
| Temperaturvirkningsgrad på gjenvinner [%]           | 82                    | 70*                     |
| Spesifikk vifteeffekt [kW/(m <sup>3</sup> /s)]      | 1,5                   | 1,5                     |

Tabell 4.1 Sammenligning av resultater med minstekrav i NS 3701 for passivhusnivå. \*Det er i bygget risiko for spredning av forurensning og smitte

Tabell 4.2 viser resultater sammenstilt med overordnede krav i NS 3701 til passivhusnivå. I beregningen er det forutsatt at energibruk til belysning oppfylder kravene angitt i NS 3701.

Resultatene viser at alle overordnede krav oppfylles. Netto oppvarmingsbehov er ca. 10 % innfor kravet. Det er imidlertid enkelte parametre som har stor innflytelse på varmebehovet og som bør følges opp i senere faser eksempelvis: varmegjenvinner for behandlingsbygget, vindusareal versus dagslys og LENI. For netto kjølebehov er det forutsatt utstrakt bruk av utvendig solskjerming, noe som fører til lavt kjølebehov.

|   | NVVS<br>(arealvektet) | Krav til passivhus<br>(NS 3701) |
|---|-----------------------|---------------------------------|
| Varmetapstall [W/m <sup>2</sup> K]              | 0,3                   | 0,4                             |
| Netto oppvarmingsbehov [kWh/m <sup>2</sup> ]    | 17,2                  | 20,0                            |
| Netto kjølebehov [kWh/m <sup>2</sup> ]          | 14,8                  | 19,4                            |
| Energibehov til belysning [kWh/m <sup>2</sup> ] | 29,1                  | 29,1                            |

Tabell 4.2 Sammenligning av resultater overordnede passivhuskrav i NS 3701. Rød markering viser parametre som ikke oppfylder minstekravene til passivhus.

Tabell 4.3 viser samlet netto energibruk beregnet iht. NS 3701. Resultatene viser forholdsvis stor energibruk til varmt vann og teknisk utstyr som også skal ivaretas ved eksempelvis bestemmelse av energimerkekarakter.

|  | NVVS<br>(arealvektet) |
|--|-----------------------|
| Romoppvarming [kWh/m <sup>2</sup> ]            | 3,3                   |
| Ventilasjonsvarme [kWh/m <sup>2</sup> ]        | 13,9                  |
| Varmtvann [kWh/m <sup>2</sup> ]                | 29,8                  |
| Vifter [kWh/m <sup>2</sup> ]                   | 26,7                  |
| Pumper [kWh/m <sup>2</sup> ]                   | 2,3                   |
| Belysning [kWh/m <sup>2</sup> ]                | 29,2                  |
| Teknisk Utstyr [kWh/m <sup>2</sup> ]           | 46,7                  |
| Romkjøling [kWh/m <sup>2</sup> ]               | 0,0                   |
| Ventilasjonskjøling [kWh/m <sup>2</sup> ]      | 14,9                  |
| Totalt netto energibehov [kWh/m <sup>2</sup> ] | 166,7                 |

Tabell 4.3 Samlet netto energibruk beregnet iht. NS 3701.

## 4.2 Energimerke

Energibruken presentert i Tabell 4.3 vil med fjernvarme, fjernkjøling og CO<sub>2</sub> varmepumpe til oppvarming av varmt tappevann tilsvare en energimerkekarakter A ved gjeldende karakterskala. Ved bruk av en varmepumpeløsning med drift på sjøvann vil energimerkekarakteren svare til en veldig god A. Dette da virkelige virkningsgrader på energiforsyning kan kun brukes hvis energiforsyningen tilhører sykehuset.

Til energimerkeordningen er det viktig å poengtere at selve energimerkeberegningen skal utføres ved slutføring og tildeles energimerkekarakteren ut i fra karakterskalaen som er gjeldende på tidspunktet ved slutføring. Energimerkekarakterskalaen oppdateres løpende, slik at den til enhver tid er tilpasset gjeldende rammekrav angitt i forskriften. Neste revidering av energimerkekarakterskalaen vil trolig skje i forbindelse med ny TEK 15. Evaluering av energimerkekarakter må derfor ses i lyset av dette.

## 5 Oppsummering

Formålet med notatet er å foreta en analyse av energiytelse til NVVS opp mot passivhuskriteriene i NS 3701 ved avsluttet skisseprosjekt. Energiberegningen tar utgangspunkt i et representativt utsnitt av NVVS. Energibruken som fremstilles i notatet er arealvektet og anses derfor som representative overslagsberegninger for hele NVVS.

Beregninger ved bruk gjeldende av forutsetninger viser at passivhuskriteriene i NS 3701 er oppfylt. Enkelte parametre har stor innflytelse på om kravene oppfylles, spesielt kravet til netto oppvarming og kjøling, og det er viktig at det er fokus på disse parametre i senere faser. Parametre som har spesielt stor innflytelse på kravene til netto energibruk er vindusareal, varmegjenvinning i ventilasjonsanlegg i behandlingsbygget, LENI og solskjerming.

Energibruken vil med fjernvarme, fjernkjøling og CO<sub>2</sub> varmepumpe til oppvarming av varmt tappevann tilsvare en energimerkekarakter A ved gjeldende karakterskala. Ved bruk av en varmepumpeløsning med drift på sjøvann vil energimerkekarakteren svare til en veldig god A. Dette da virkelige virkningsgrader på energiforsyning kan kun brukes hvis energiforsyningen tilhører sykehuset.

### 5.1 Momenter i neste fase

Kravene til passivhus i NS 3701 er strenge og det er viktig at det er fokus på de sentrale forutsetningene i energiberegningen. I neste fase bør følgende tillegges stort fokus:

- Vindusareal inkl. glasstak og overlys
- Alternative løsninger for snøsmelt på overslys, istedenfor å bruke vinduer med høy U-verdi.
- Temperaturgjenvinning i ventilasjonssystem for behandlingsbygget
- LENI – energibruk til belysning og optimal styring av dette
- Optimalisert bruk av dagslys

## A. Beregningsmetode

Der er utført en dynamisk beregning for bestemmelse av bygningens energiytelse, hvor det beregnes med en oppløsning på 15 minutter basert på timedata.

### A.1 Beregningsverktøy

Beregningene er utført med det norske beregningsverktøyet SIMIEN (**SIM**ulering av **Inne**klima og **EN**ergi i Bygninger), som er utviklet av ProgramByggerne. Dette er et verktøy for dynamisk beregning av bygningers effekt- og energiforbruk og termisk komfort. Programmet bygger på den dynamiske beregningsmetoden beskrevet i NS3031:2014. Programmet er validert iht. NS-EN 15265:2007 til at ha nøyaktighetsgrad iht. klasse B.

### A.2 Teoretisk (NS 3701) vs. virkelig energibruk

De energiberegninger som rapporteres i dette notatet er beregnet med et bygningssimuleringsprogram, som benytter en beregningsmetode som foreskrevet i NS 3701:2012. Metoden er ikke utarbeidet mht. å bestemme det virkelige energibehov, men har til formål å bestemme et fiktivt teoretisk energibehov med utgangspunkt i lokal klimadata. Dette kan siden benyttes til sammenligning med andre bygg, og dokumentasjon av energibehovet opp mot myndighets- og byggherrekrav. Beregningsmetoden tar hensyn til byggets kropp og installasjoner og forsøker å eliminere bruksvariasjoner (lys, utstyr, persontetthet, driftstid osv.).

Resultatet angir derved bygningskroppens og installasjonenes kvalitet, og representerer en teoretisk tilnærming til bygningens energibruk. En konsekvens av dette er at det virkelige energibruk vil avvike fra det energibruk som presenteres heretter. Dette er bl.a. forårsaket av beregningsmetodens begrensninger, avvik i driftstid, avvik i bygningsmessige kvaliteter, avvik i interne laster m.m.

Det virkelige energibruk kan erfaringsmessig ligge betydelig høyere enn beregnet her, opptil 50-100 % høyere, og er sterkt avhengig av de virkelige interne laster, driftstid, settpunkter m.m.